

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 35 329.3
22 Anmeldetag: 22. 9. 95
43 Offenlegungstag: 27. 3. 97

DE 195 35 329 A 1

71 Anmelder:

Walke, Bernhard, Prof. Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE;
Petras, Dietmar, Dipl.-Ing., 52072 Aachen, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:

DE 44 06 509 A1
EP 06 47 979 A2
WO 95 05 040 A1
WO 93 12 590 A1

PILGER, U.: Struktur des DECT-Standards. In: Nachrichtentech., Elektron., Berlin 42, 1992, H. 1, S. 23-29;

FRANZ, W.: Hiper LAN - Der ETSI-Standard für lokale Funknetze. In: ntz, H. 9, 1995, S. 10-17;

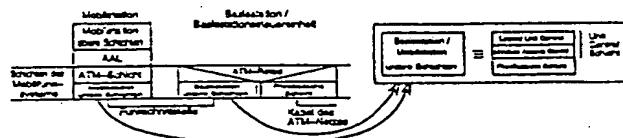
European Telecommunication Standard, Final Draft pr ETS 300 175-4, DECT, Common interface, Part 4, ETSI, 1992, S. 1-139;
EPPELE, K.: Die Zeit ist reif. In: Elektronik, H. 4, 1995, S. 76-81;
NIJHOF, J.A.M., u.a.: Base Station System Configurations for Future Universal Mobile Telecommunication Systems. In: IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 43, No. 3, 1994, S. 659-665;
FRULLONE, u.a.: Packet Reservation Multiple Access in Cellular Environments. In: European Transactions on Telecommunications, Vol. 5, No. 1, 1994, S. 51-58;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und ein zellulares Mobilfunksystem zum drahtlosen, breitbandigen Anschluß mobiler Stationen mit ATM-Schnittstelle an ein ATM-Netz

57 Bei bekannten zellularen Mobilfunksystemen erfolgt die Übertragung der Daten von verschiedenen Diensten über die Funkschnittstelle dienstspezifisch, indem an der Funkschnittstelle spezielle Anpassungsfunktionen ausgeführt werden, die auf die Eigenschaften bestimmter Dienste (z. B. Sprachübertragung oder Übertragung paketierter Daten) ausgelegt sind. Sollen mobile Teilnehmer über eine virtuelle Verbindung an ein ATM-Netz drahtlos angeschlossen werden, ist dies grundsätzlich nicht für alle Dienste mit der in ATM-Netzen üblichen Dienstgüte möglich, weil die Übertragung von ATM-Zellen in ATM-Netzen dienstunspezifisch erfolgt. Das neue Verfahren und Mobilfunksystem ermöglicht den drahtlosen Anschluß mobiler Teilnehmer für alle Dienste mit zu ATM-Netzen vergleichbarer Verkehrskapazität und Dienstgüte.

Die Übertragung der Daten aller Dienste über die Funkschnittstelle des Mobilfunksystems erfolgt auf der ATM-Schicht (transparent für die ATM-Anpassungsschicht), wodurch systemeigene dienstspezifische Anpassungsfunktionen entfallen. Die MAC-Teilschicht teilt die Verkehrskapazität so zwischen konkurrierenden Mobilstationen auf, daß die verbindungspezifischen Dienstgüteparameter "maximale Verzögerung von ATM-Zellen" und "maximale Verlustrate von ATM-Zellen" eingehalten werden. Drahtloser, breitbandiger Anschluß mobiler Stationen mit ATM-Schnittstelle an ein ATM-Netz.



DE 195 35 329 A 1

Die Erfindung betrifft Verfahren und ein zellulares Mobilfunksystem nach den jeweiligen Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 28.

In manchen Anwendungen treten Anordnungen von Mobilstationen (mobile Funkstationen) mit einem Netz von Basisstationen (feste Funkstationen) und einem Festnetz auf, die folgende Merkmale haben:

- Betrieb in Gebäuden oder im freien Gelände oder in der Nähe von Gebäuden (evtl. unter Einbeziehung von Gebäuden),
- Anordnung von vielen (z. B. 10—500) Basisstationen, die jeweils eine oder mehrere Empfangs- und Sendeeinheiten enthalten,
- Anordnung von vielen (z. B. 50—10000) Funkteilnehmern mit je eigener Mobilstation, die sich frei in dem gesamten Bereich bewegen können, welcher durch die Basisstationen des Mobilfunksystems versorgt wird,
- Steuerung und Organisation von einigen (z. B. 1—100) Basisstationen durch eine Basisstationssteuereinheit, mit der sie über ein Netz aus Kabeln (mit metallischen bzw. optischen Leitern) oder Funkverbindungen oder Richtfunkverbindungen kommunizieren können,
- Anordnung von einigen (z. B. 1—100) Basisstationssteuereinheiten, die über ein Festnetz aus Kabeln miteinander und mit allen über dieses Festnetz erreichbaren und ggf. nicht zu dem gleichen Mobilfunksystem gehörenden Stationen kommunizieren können,
- Gesamtausdehnung des durch die Basisstationen Basisstationssteuereinheiten aufgespannten Netzes von typisch 50 m bis 20 km, evtl. auch mehr.

Abb. 1 zeigt ein beispielhaftes Mobilfunksystem mit den Basisstationssteuereinheiten A und B mit unterschiedlicher Zahl von Basisstationen und einer über Basisstation An, Basisstationssteuereinheit A und das Festnetz geführten Verbindung V1 zwischen der Mobilstation M1 und einer systemfremden Station FS1 am Festnetz, sowie einer zwischen Mobilstation M1 und Mobilstation M2 geführten Verbindung V2 über die Basisstationen An und B1, sowie die Basisstationssteuereinheiten A und B.

An solche zellularen Mobilfunksysteme werden bzgl. der Kommunikationsmöglichkeiten Forderungen gestellt, z. B.

- Verfügbarkeit eines Teils oder aller mit Kabeln realisierbarer Kommunikationsdienste mit Leistungsmerkmalen, die denen von Kabeln entsprechen, z. B. Übertragung von Sprache, Bildern, Bewegtbildern und Daten mit variablen oder extrem büschelartigen Datenraten,
- digitale Nachrichtenübertragung,
- alternative Übertragungsraten pro Verbindung, die beim Verbindungsaufbau aus einem Bereich (z. B. 16 kbit/s bis 2 Mbit/s) frei gewählt werden darf,
- Automatisierung der Vergabe der Verkehrskapazität an Verbindungen entsprechend den Leistungsanforderungen der Kommunikationsdienste,
- sehr große mögliche Summendatenrate (Verkehrskapazität) des Kanalbündels des gesamten Mobilfunksystems von z. B. 2 Mbit/s, 16 Mbit/s

oder 32 Mbit/s,

— Anwendung einer Funk-Übertragungstechnik, die nur zu einer geringen Emission von Signalenergie führt.

Unter den bekannten Systemen kommen das in [2] beschriebene DECT-System und das in [5] beschriebene UMTS dem erfindungsgemäßen Mobilfunksystem am nächsten. Daraus wird ein Verfahren und ein Mobilfunksystem der eingangs genannten Art als bekannt vorausgesetzt, welches folgende relevanten Merkmale hat:

- Ausdehnung eines Teils oder aller Kommunikationsdienste des Festnetzes auf mobile Teilnehmer,
- unbeschränkte Mobilität der Mobilstationen in einem Teilbereich oder im gesamten Bereich, welcher durch die Basisstationen des Mobilfunksystems versorgt wird,
- es wird eine Funkschnittstelle zur Verfügung gestellt, über die Signalisierungsnachrichten und Informationsnachrichten zwischen Mobilstationen und Basisstationen bidirektional übertragen werden,
- Unterteilung des nutzbaren Frequenzbereiches nach dem Frequenzmultiplexverfahren in mehrere Frequenzkanäle (Träger) mit einer Bandbreite von z. B. 500 kHz, 1 MHz oder 2 MHz. Das gleichzeitige Übertragen auf mehreren Frequenzkanälen erfolgt durch Verwenden von entsprechend vielen parallelen Sende-/Empfangsvorrichtungen.
- Übertragung auf einem Frequenzkanal nach dem synchronen Zeitmultiplexverfahren, der so in mehrere physikalische Kanäle unterteilt wird, wobei die Datenrate eines Physikalischen Kanals für einen bestimmten (oft genutzten) Dienst optimiert ist (zumeist: Übertragung von Sprache). Bei Bedarf können auch zwei oder mehr physikalische Kanäle parallel betrieben werden.
- Die bidirektionale Übertragung auf einem physikalischen Kanal erfolgt durch Aufteilen eines Kanals in Uplink (von den Mobilstationen zu den Basisstationen) und Downlink (von den Basisstationen zu den Mobilstationen) entweder nach dem Zeitduplexverfahren (Uplink und Downlink auf demselben Frequenzkanal) oder nach dem Frequenzduplexverfahren (Uplink und Downlink auf je einem eigenen Frequenzkanal).
- Zur Übertragung von Nachrichten der Kommunikationsdienste des Festnetzes über die Funkschnittstelle werden dienstspezifische Umsetzungs- bzw. Anpassungsfunktionen ausgeführt,
- Die Übertragung von paketierte Daten oder büschelartigem Datenverkehr erfolgt durch Puffern der Daten in der sendenden Station und Belegen eines oder mehrere Kanäle für die Länge eines Paketes bzw. die Dauer eines Büschels.
- Falls die Übertragung von ATM-Zellen (vgl. [3] Seite 16ff) möglich ist, erfolgt sie mit denselben Verfahren wie die Übertragung paketierte Daten (bzw. büschelartiger Daten).
- Die Einführung von neuen Diensten macht in der Regel die Modifikation von existierenden oder das Hinzufügen von zusätzlichen dienstspezifischen Umsetzungs- bzw. Anpassungsfunktionen notwendig.
- Schichtung der Kommunikations- und Organisationsprotokolle gemäß dem ISO-Architekturmo-

dell[4].

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und ein Mobilfunksystem der eingangs genannten Art anzugeben, das die o. g. Forderungen insbesondere dahingehend erweitert, daß als Festnetz ein ATM-Netz [3] verwendet wird und die Übertragung der Daten aller Dienste auf der Ebene der ATM-Schicht vorgenommen wird (transparent für die ATM-Anpassungsschicht), wodurch keine systemeigenen dienstspezifischen Umsetzungs- bzw. Anpassungsfunktionen mehr notwendig sind und eine Übertragung von ATM-Zellen über die Funkschnittstelle mit einer Dienstgüte möglich ist, die in einem ATM-Festnetz mit vergleichbarer Verkehrskapazität üblicherweise erzielt wird, wobei die Erfindung die Verkehrskapazität in der Weise zwischen den konkurrierenden Mobilstationen aufteilt, daß die geforderten verbindungsspezifischen Dienstgüteparameter "maximale Verzögerung von ATM-Zellen" und "maximale Verlustrate von ATM-Zellen" eingehalten werden (wobei zu beachten ist, daß in einem ATM-Netz ATM-Zellen verworfen werden, deren Verzögerung den Parameter "maximale Verzögerung von ATM-Zellen" überschreiten) und gleichzeitig die verfügbare Verkehrskapazität sehr effizient ausgenutzt wird und die Emission von Signalenergie gering gehalten wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in den Patentansprüchen 1 und 28 angegebenen Merkmale gelöst.

Die weiteren Ansprüche beinhalten vorteilhafte Ausführungen bzw. Weiterentwicklungen der Erfindung. Die Erfindung wird im folgenden näher erläutert.

Im Unterschied zu dem in [2] beschriebenen DECT-System und dem in [5] beschriebenen UMTS weist das Mobilfunksystem folgende Eigenschaften auf:

- Betrieb des Mobilfunksystems bei sehr hohen Frequenzen (z. B. 17 GHz, 39 GHz oder 60 GHz) bzw. über Infrarot- oder Lichtsignale und mit einer großen Bandbreite pro Träger (z. B. 10 MHz, 20 MHz, 33 MHz oder 40 MHz)
- sehr große mögliche Summendatenrate (Verkehrskapazität) des Kanalbündels des gesamten Mobilfunksystems von z. B. 600 Mbit/s, 1,2 Gbit/s oder 2,4 Gbit/s
- alternative Übertragungsraten pro Verbindung, die beim Verbindungsaufbau aus einem Bereich (z. B. 64 kbit/s bis 150 Mbit/s) frei gewählt werden darf,
- automatische Anpassung der zur Verfügung gestellten Übertragungskapazität während des Betriebs einer Verbindung entsprechend den momentanen, tatsächlichen Anforderungen,
- Schichtung der Kommunikations- und Organisationsprotokolle gemäß dem ATM-Protokollreferenzmodell (vgl. [3] Seiten 58–65), wobei die Protokolle der ATM-Anpassungsschicht sowie die Protokolle der ATM-Schicht in der Teilnehmer-ebene (user plane) unverändert übernommen werden und die Protokolle der ATM-Schicht in der Steuerebene (control plane) sowie die Protokolle der physikalischen Schicht durch systemeigene Protokolle erweitert bzw. ersetzt werden, die wegen der Übertragung über die Funkschnittstelle notwendig sind.

Übertragung von ATM-Zellen möglich ist. Als Vergleich enthält Abb. 3 das Modell von UMTS, welches für einige spezielle, oft genutzte Dienste des Festnetzes optimiert ist, und daher für jeden Dienst spezielle Umsetzungs- bzw. Anpassungsfunktionen benötigt und eine für die ATM-Anpassungsschicht transparente Übertragung von ATM-Zellen nicht ermöglicht.

— Die der physikalische Schicht des ATM-Netzes entsprechende Schicht des erfindungsgemäßen Systems wird durch zwei Schichten realisiert, wobei eine davon (Link Control Layer) aus zwei Teilschichten besteht (vgl. Abb. 2):

— Die LLC-Teilschicht (Logical Link Control, vgl. [4]) ist für die Sicherstellung der geforderten Dienstgüte der Virtuellen Verbindungen der ATM-Schicht zuständig. Sie bedient sich dabei der Dienste der MAC-Teilschicht und verbessert deren Dienstgüte durch Neuübertragung von fehlerhaft übertragenen LLC-PDUs, sowie durch Verwerfen von ATM-Zellen, deren maximale Lebensdauer überschritten wurde. Auf die Verfahren zum Betrieb der LLC-Teilschicht werden in diesem Patent keine Ansprüche erhoben, und sie werden nicht näher erläutert.

— Die MAC-Teilschicht (Medium Access Control, vgl. [4]) koordiniert mit Hilfe eines MAC-Protokolls die dynamische Vergabe von Übertragungskapazität an Stationen entsprechend deren tatsächlichen Bedarf.

— Die physikalische Schicht ist sendeseitig für die Erzeugung von physikalischen Bursts und empfangsseitig für deren Entgegennahme zuständig. Auf die Verfahren zum Betrieb der physikalischen Schicht werden in diesem Patent keine Ansprüche erhoben, und sie werden nicht näher erläutert.

— Die Übertragung erfolgt nicht nach dem synchronen Zeitmultiplexverfahren, welches einen physikalischen Kanal jeweils einem Paar von Mobilstation und Basisstation zuordnet, sondern es wird ein statistisches bzw. asynchrones Zeitmultiplexverfahren angewendet, wobei jeweils mehrere Mobilstationen und eine Basisstation auf einen physikalischen Kanal zugreifen.

— Eine Basisstation betreibt auf einem oder mehreren Frequenzkanälen je einen physikalischen Kanal, denen sich Mobilstationen bei Bedarf zuordnen können, um Nachrichten zu übertragen. Die Basisstation wählt einen Frequenzkanal aus einem Satz von erlaubten Frequenzkanälen aus, wobei sie auf eine in jeder Basisstation vorhandene Ressourcen-Datenbank zurückgreift, um Störemissionen zu durch benachbarten Basisstationen ausgeleuchteten Zellen zu minimieren. Die Datenbank wird mit Ergebnissen von Messungen der Signal- und Rauschleistung auf den verfügbaren Frequenzkanälen aufgebaut und in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Die Messungen werden von der Basisstation selbst sowie von den mit der Basisstation in Kontakt getretenen Mobilstationen durchgeführt. Jeder Meßwert wird mit einer Zeitmarke versehen. Die Wichtung der Meßwerte erfolgt reziprok zu ihrem Alter.

— An die Stelle einer Basisstation kann eine Relaisstation treten, die sich bezogen auf Mobilstationen als Basisstation darstellt, jedoch bezogen auf

Abb. 2 zeigt das Schichtenmodell der Erfindung, mit dem eine für die ATM-Anpassungsschicht transparente

die in Richtung Festnetz liegende Basisstation wie eine (ortsfeste) Mobilstation verhält.

2. Einzelprobleme und deren Lösungen

2.1 Dienste der MAC Teilschicht

Die MAC Teilschicht stellt der LLC Schicht zwei Typen von Diensten zur Verfügung:
(Die Beschreibung erfolgt unter Verwendung der Terminologie des ISO-Architekturmodells[4].)

Verbindungslose Übertragung

Dieser Dienst ist am Global-Control-Channel (GCCH) Dienstzugangspunkt verfügbar. Er ermöglicht die Übertragung kurzer Nachrichten im verbindungslosen Modus sowohl auf dem Uplink als auch auf dem Downlink. Auf dem Uplink übertragen Mobilstationen zu der Basisstation, die den zur Übertragung benutzten physikalischen Kanal (PCH) betreibt. Auf dem Downlink überträgt die Basisstation entweder zu einer Mobilstation, wobei Leistungssteuerung verwendet wird, oder es wird im Rundsendemodus zu einer Gruppe oder zu allen Mobilstationen einer Zelle übertragen und dabei keine Leistungssteuerung verwendet.

Alle Mobilstationen, welche eine verbindungslose Nachricht empfangen, reichen das in ihr enthaltene Informationsfeld als Benutzerdaten an die LLC Schicht weiter. Die Benutzerdaten enthalten unter anderem eine globale, eindeutige Zieladresse (Subscriber-ID), welche von der LLC Schicht zur Erkennung von Nachrichten benutzt wird, welche an sie gerichtet sind. Empfangene Nachrichten, die in der LLC-Schicht als nicht an diese Mobilstation gerichtet erkannt werden, werden verworfen.

Die LLC-Teilschicht verwendet den verbindungslosen Dienst der MAC-Teilschicht für systemeigene Signalisierungszwecke und zur Emulation der Signalisierung des ATM-Netzes (z. B. Meta-Signaling).

Die Übertragung von verbindungslosen Nachrichten erfolgt ungesichert, so daß es zu fehlerhafter Übertragung oder zum Verlust von Nachrichten kommen kann. Nur im Falle von Kollisionen auf dem Uplink schalten die betroffenen Mobilstationen automatisch in einen backlog Modus, in dem die kollidierten Nachrichten erneut übertragen werden.

Verbindungsorientierte Übertragung

Dieser Dienst ist am Data-Channel (DCH) Dienstzugangspunkt verfügbar. Er ermöglicht die Übertragung kurzer Nachrichten (etwa ATM-Zellen) im verbindungsorientierten Modus sowohl auf dem Uplink als auch auf dem Downlink. Beim Verbindungsaufbau wird eine Kurzadresse (DCH-ID) ausgehandelt, die auf dem benutzten physikalischen Kanal im Bereich der Basisstation eindeutig ist und zur Kennzeichnung von Sender und Empfänger dient.

Die MAC Teilschicht fragt in regelmäßigen Abständen bei der LLC Teilschicht den momentanen Bedarf an Übertragungskapazität ab (in der Mobilstation wird der Bedarf für den Uplink abgefragt, und in der Basisstation für den Downlink). Dabei antwortet die LLC Teilschicht mit der Übergabe von dynamischen Parametern, die den Umfang (Anzahl wartender LLC-PDUs) und die Dringlichkeit (Priorität) ihrer momentanen Kapazitätsanforderungen angeben. Die Übertragung verbindungs-

orientierter Nachrichten erfolgt entsprechend dieser Priorität, wobei höhere Werte der Priorität bevorzugt werden.

Die LLC-Teilschicht verwendet diesen Dienst zur Übertragung der ATM-Zellen von Virtuellen Verbindungen des ATM-Netzes. Sie berechnet die Priorität basierend auf den Dienstgüteanforderungen der Virtuellen Verbindungen sowie dem internen Zustand von Warteschlangen, Wiederholungspuffern und der Restlebensdauer von ATM-Zellen.

Die verbindungsorientierte Übertragung erfolgt ungesichert, so daß es zu Übertragungsfehlern oder Nachrichtenverlust kommen kann. Wenn die MAC-Teilschicht in der sendenden Station Informationen über die erfolgreiche Übertragung oder den Verlust von Nachrichten erhält, leitet sie diese Informationen an die LLC Teilschicht weiter. Dazu versieht die LLC-Teilschicht jede Dienstdateneinheit, welche sie der MAC-Teilschicht über den DCH-Dienstzugangspunkt zur Übertragung übergibt, mit einer eindeutigen Bearbeitungsnummer. Wenn eine Mobilstation Informationen über den Erfolg oder Mißerfolg einer Übertragung erfährt (Abschnitt 2.10), übergibt die MAC-Teilschicht der LLC-Teilschicht ein spezielles Dienstprimitiv, welches die zu der Übertragung gehörende Bearbeitungsnummer sowie den Status der Übertragung (Erfolg oder Verlust) enthält. Die LLC-Teilschicht kann diese Informationen innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwenden.

2.2 Logische Kanäle

Physical Channel, PCH

Der PCH ist als Dienst der Bitübertragungsschicht verfügbar. Er besteht aus einer kontinuierlichen Sequenz von Slots, die auf einem Träger von allen Stationen benutzt werden können und einen gewissen Grad an Schutz vor Übertragungsfehlern bieten. Bei gleichzeitigem Senden mehrerer Stationen kommt es zu Kollisionen. Die Bitübertragungsschicht kann in diesem Fall den Nah-/Fern-Effekt ausnutzen und u. U. das stärkste Signal korrekt dekodieren. Anderenfalls wird eine Kollision erkannt. Der Algorithmus zur Kollisionserkennung darf fehlerbehaftet sein.

Uplink Global Control Channel, UGCCH

Der UGCCH ist auf dem Uplink vorhanden und dient der Übertragung von verbindungslosen Nachrichten von einer Mobilstation zu einer Basisstation.

Downlink Global Control Channel, DGCCH

Der DGCCH ist auf dem Downlink vorhanden und dient der Übertragung von verbindungslosen Nachrichten von einer Basisstation zu einer einzelnen, einer Gruppe oder allen Mobilstationen einer Zelle.

Data Channel, DCH

Der DCH ist eine bidirektionale Verbindung zwischen einer Mobilstation und einer Basisstation und dient der verbindungsorientierten Übertragung. Seine Dienstgüte ist in weiten Bereichen parametrierbar.

Uplink Data CHannel, UDCH

Der UDCH ist auf dem Uplink vorhanden und entspricht der Richtung von Mobilstation zur Basisstation eines DCH. Die Strategie zur Bestimmung des UDCHs, der in einem Zeitschlitz überträgt, basiert auf einem prioritätengesteuerten Algorithmus innerhalb der Basisstation unter Berücksichtigung der zuletzt übertragenen dynamischen Parameter der Mobilstationen.

DownLink Data CHannel, DDCH

Der DDCH ist auf dem Downlink vorhanden und entspricht der Richtung von Basisstation zur Mobilstation eines DCH. Die Strategie zur Bestimmung des DDCHs, der in einem Zeitschlitz überträgt, basiert auf einem prioritätengesteuerten Algorithmus innerhalb der Basisstation.

Random Access CHannel, RACH

Der RACH ist nur auf dem Uplink vorhanden und bietet den Mobilstationen eine Möglichkeit zur Übertragung von Nachrichten im wahlfreien Zugriff.

Subslot Random Access CHannel, SRACH

Der SRACH ist nur auf dem Uplink vorhanden und bietet den Mobilstationen eine Möglichkeit zur Übertragung von kurzen Signalisierungsnachrichten im wahlfreien Zugriff.

Reservation CHannel, RCH

Der RCH ist nur auf dem Downlink vorhanden und wird zur Übertragung von Reservierungsnachrichten für einzelne Zeitschlitze des Uplink verwendet.

Announce CHannel, ACH

Der ACH ist nur auf dem Downlink vorhanden und wird zur Übertragung von Signalisierungsnachrichten verwendet, welche die Übertragung von Nachrichten des DDCH bzw. DGCCH in bestimmten Zeitschlitzen des Downlink ankündigen.

Feedback CHannel, FBCH

Der FBCH ist nur auf dem Downlink vorhanden und wird zur Übertragung von Feedback-Werten verwendet, welche das Ergebnis eines Zugriffs auf dem RACH oder SRACH enthalten.

ReQuest CHannel, RQCH

Der RQCH ist nur auf dem Uplink vorhanden. Über ihn teilt eine Mobilstation der Basisstation ihre zukünftigen Übertragungskapazitäts-Anforderungen mit.

Information CHannel, ICH

Der ICH ist nur auf dem Downlink vorhanden und wird im Rundsendemodus betrieben. Auf diesem Kanal verschickt die Basisstation Systeminformationen, die zum Auffinden des UG-CCH und DGCCH verwendet werden.

2.3 Auffinden des DGCCH und UGCCH

Bei der Initialisierung einer Instanz des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls innerhalb einer Mobilstation wird diese fest mit einem physikalischen Kanal (PCH) verknüpft. Damit ist diese Instanz in der Lage, verbindungslose Nachrichten zu empfangen (DGCCH) und zu versenden (UGCCH). Die Instantiierung erfolgt durch einen MAC-Teilschichtmanager, der mit Hilfe eines geeigneten Suchalgorithmus die Verfügbarkeit von PCHs ermittelt. Wenn aufgrund von veränderlichen Empfangsbedingungen die Kommunikationsmöglichkeiten über einen PCH ausfällt, initialisiert der Manager diese Instanz mit einem neuen PCH.

2.4 Aufbau und Abbau von DCHs

Ein DCH ist immer bidirektional und besteht daher aus einem Paar von UDCH und DDCH. Die Parameter für einen DCH (DCH-ID, Dienstgüte) werden zwischen den Partnerinstanzen der LLC-Teilschicht ausgehandelt. Dabei wird eine freie DCH-ID als Kurzadresse festgelegt, die auf dem benutzten physikalischen Kanal innerhalb des Bereichs der Basisstation eindeutig ist. Anschließend wird die DCH-ID zusammen mit den Dienstgüteparametern in beiden Teilsystemen unabhängig voneinander an die MAC-Teilschicht übergeben. Mögliche Mehrdeutigkeiten von DCH-IDs im Bereich benachbarter Basisstationen werden vermieden, indem benachbarte Basisstationen verschiedene, aufeinander abgestimmte Bildungsgesetze der DCH-ID benutzen.

Mit dem gleichen Verfahren können die Dienstgüteparameter eines DCH jederzeit verändert bzw. neu zugewiesen werden.

Der Abbau eines DCH wird ebenfalls zwischen den Partnerinstanzen der LLC-Teilschicht ausgehandelt, und die MAC-Teilschicht wird anschließend über die Ungültigkeit der DCH-ID informiert.

Für Auf- und Abbau eines DCH sowie für das Ändern der Dienstgüteparameter ist eine Signalisierung zwischen den MAC-Partnerinstanzen nicht notwendig.

Eine Basisstation hat aufgrund der ihr verfügbaren physikalischen Kanäle nur eine begrenzte Übertragungskapazität am Uplink und Downlink zur Verfügung. Daher steuert sie den Zugang neuer Verbindungswünsche entsprechend den Dienstgüteparametern der existierenden DCHs und versendet Informationen über die verbleibende freie Kapazität im ICH.

2.5 Protokolldateneinheiten der MAC Teilschicht

Die Protokolldateneinheiten (protocol data unit, PDU) des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls sind in Tabelle 1 mit den in ihnen enthaltenen Nachrichten und Feldern zusammengefaßt.

2.6 Zeitliche Abfolge von Zeitschlitzen auf Uplink und Downlink

Die Zeitschlitze auf Uplink und Downlink besitzen eine konstante Länge τ_{slot} . Dadurch besteht eine feste Zeitbeziehung zwischen Uplink und Downlink.

Auf dem Uplink lassen sich drei Arten von Zeitschlitzen unterscheiden:

Reservierter Zugriff

Dieser Zeitschlitz ist für eine bestimmte Mobilstation

reserviert. Es sind nur UpInfo-PDUs erlaubt.

Wahlfreier Zugriff

In diesem Zeitschlitz erfolgt wahlfreier Zugriff. Die Sequenz dieser Zeitschlitzte bildet den RACH. Es sind nur UpGCCH-PDUs erlaubt. Falls mehrere Mobilstationen gleichzeitig je eine PDU senden, wird entweder das stärkste Signal empfangen (Nah-/Fern-Effekt), oder alle PDUs gehen verloren und es wird eine Kollision erkannt. Grundsätzlich dürfen auch die Fälle auftreten, daß alle PDUs verloren gehen, aber keine Kollision erkannt wird, oder daß die PDU mit dem stärksten Signal empfangen wird und zusätzlich eine Kollision der restlichen PDUs erkannt wird.

Wahlfreier Zugriff in Teilzeitschlitzten

Der Zeitschlitz wird in N_{subslot} Teilzeitschlitzte (subslots) unterteilt. Die Sequenz dieser Teilzeitschlitzte bildet den SRACH. In jedem Teilzeitschlitz kann eine UpRequest-PDU übertragen werden. Falls mehrere Mobilstationen gleichzeitig in einem Teilzeitschlitz je eine PDU senden, wird entweder das stärkste Signal empfangen (Nah-/Fern-Effekt), oder alle PDUs gehen verloren und es wird eine Kollision erkannt. Grundsätzlich darf auch der Fall auftreten, daß alle PDUs in einem Teilzeitschlitz verloren gehen, aber keine Kollision erkannt wird, oder daß die PDU mit dem stärksten Signal empfangen wird und zusätzlich eine Kollision der restlichen PDUs erkannt wird.

Auf dem Downlink kann in jedem Zeitschlitz grundsätzlich jeder der drei Typen von Downlink-PDUs übertragen werden.

Der Typ der Zeitschlitzte auf dem Uplink wird durch RCH-Reservierungsnachrichten auf dem Downlink festgelegt. Dazu werden auf dem Downlink in bestimmten Abständen DownControl-PDUs verschickt. Eine derartige PDU eröffnet eine Signalisierungsperiode, die in Abb. 4 dargestellt ist. Die maximale Länge einer Signalisierungsperiode L_{Sigmax} ist durch die größte mögliche Anzahl von Reservierungsnachrichten im RCH-Feld einer DownControl-PDU vorgegeben.

Drei unterschiedliche Verfahren für die Verkettung von aufeinanderfolgenden Signalisierungsperioden sind vorgesehen:

— Jede Signalisierungsperiode hat die gleiche Länge. Vorteilhaft ist dabei, daß nach dem Empfangen einer DownControl-PDU der Zeitschlitz, in dem die DownControl-PDU für die nächste Periode versendet werden wird, implizit bekannt ist.

— Die Länge einer Signalisierungsperiode kann von Periode zu Periode variieren, falls eine schnelle Übertragung der nächsten DownControl-PDU notwendig ist. Der Zeitschlitz, in dem die DownControl-PDU für die nächste Periode versendet werden wird, wird in der vorherigen DownControl-PDU angekündigt. Es kann etwa eine Periode verkürzt werden, wenn eine schnelle Kollisionsauflösung angewendet wird (vergl. Abschnitt 2.12), bei welcher der FBCH sofort nach einem wahlfreien Zugriff übertragen wird. Vorteilhaft ist dabei, daß auf diese Weise die Anforderungsnachrichten des RQCH schneller übertragen werden und die Verzögerungen der Nachrichten des UDCH verkürzt werden.

— Jede Signalisierungsperiode besteht nur aus ei-

nem Zeitschlitz, und die DownControl-PDU enthält in ihrem Kopf die RCH-Nachricht mit der Reservierung für den nächsten Zeitschlitz auf dem Uplink sowie die FBCH-Nachricht mit dem Feedback-Wert für den letzten Zeitschlitz auf dem Uplink und in ihrem Informationsfeld eine DDCH-, DGCCH- oder ICH-Nachricht. Der Vorteil an diesem Verfahren ist die einfache und effiziente Generierung der Signalisierungsnachrichten sowie die Möglichkeit, sehr schnell auf neue über den RQCH übertragene Anforderungsnachrichten zu reagieren sowie eine schnelle Kollisionsauflösung für den SRACH bzw. RACH anzuwenden.

2.7 Versatz zwischen Uplink und Downlink

Zwischen den Zeitschlitzten auf Uplink und Downlink besteht ein zeitlicher Versatz, dessen Betrag jeden beliebigen Wert annehmen kann. Der Versatz ist notwendig, um der Bitübertragungsschicht die notwendige Dauer zum Dekodieren der empfangenen Signale zur Verfügung zu stellen. Sinnvolle Werte für den Versatz sind etwa $t_{\text{off}} = n/2 \cdot T_{\text{slot}}$, $n = 0, 1, 2, \dots$

In Abb. 4 ist ein Versatz mit $n = 1$ dargestellt.

2.8 Übertragung von Reservierungsnachrichten über den RCH

Für jeden einzelnen Zeitschlitz des Uplinks muß eine Reservierungsnachricht im RCH auf dem Downlink versendet werden. Eine derartige Nachricht besteht aus der DCH-ID (Kurzadresse) der Mobilstation, die in dem entsprechenden Uplink-Zeitschlitz übertragen soll. Zwei reservierte Kurzadressen kennzeichnen Uplink-Zeitschlitzte, in denen UpGCCH-PDUs gesendet werden dürfen (UGCCH-ID) bzw. Zeitschlitzte, die in Teilzeitschlitzte unterteilt werden (SRACH-ID) und in denen UpRequest-PDUs gesendet werden dürfen. Die Übertragung von Nachrichten des RCH erfolgt in dem RCH-Feld einer DownControl-PDU.

2.9 Übertragung von ACH-Ankündigungsnachrichten

In einer Ausprägung des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls wird für jeden einzelnen Zeitschlitz des Downlinks im voraus eine Ankündigungsnachricht im ACH versendet. Eine derartige Nachricht besteht aus der DCH-ID (Kurzadresse) der Mobilstation, zu welcher in dem zugeordneten Zeitschlitz eine DownInfo-PDU verschickt werden wird. Die reservierte Kurzadresse DGCCH-ID kennzeichnet Downlink-Zeitschlitzte, in denen DownGCCH-PDUs versendet werden. Die reservierte Kurzadresse DCTRL-ID kennzeichnet Downlink-Zeitschlitzte, in denen DownControl-PDUs versendet werden. Die Übertragung von Nachrichten des ACH erfolgt in dem ACH-Feld einer DownControl-PDU. Eine Ankündigungsnachricht muß für alle Zeitschlitzte der nächsten Signalisierungsperiode inklusive der nächsten DownControl-PDU erfolgen (Ausnahme: falls die Signalisierungsperioden immer dieselbe Länge haben, ist eine Ankündigung der nächsten DownControl-PDU nicht notwendig.) Vorteilhaft ist dabei, daß durch die vorherige Ankündigung von Übertragungen auf dem Downlink die Mobilstationen Zeitschlitzte erkennen, in welchen sie sich kurzzeitig von dem momentanen PCH abkoppeln können, ohne die Synchronität zur Folge von Signalisierungsperioden zu verlieren oder an sie gerichtete PDUs nicht zu empfangen. Diese Zeit-

schlitze werden von den Mobilstationen zum Auffinden alternativer Kanalressourcen verwendet, oder um den Betrieb der Mobilstation in einem Energiesparmodus zu ermöglichen.

2.10 Übertragung von Feedback-Werten auf dem FBCH

Durch die Übertragung von Feedback-Werten auf dem Downlink wird den Mobilstationen das Ergebnis eines wahlfreien Zugriffs auf dem Uplink in normalen Zeitschlitzen (RACH) oder Teilzeitschlitzen (SRACH) mitgeteilt und so eine schnelle Kollisionsauflösung ermöglicht. Die Übertragung erfolgt in dem FBCH-Feld einer DownControl-PDU. Damit im Falle gleichzeitigen Sendens und korrekten Empfangens des stärksten Signals (Nah-/Fern-Effekt) eine eindeutige Identifizierung der erfolgreichen Mobilstation möglich ist, wird als Feedback-Wert die DCH-ID benutzt. Bei Empfang von UpGCCH-PDUs wird als Feedback-Wert die Subscriber-ID (vgl. Abschnitt 2.1) des Senders benutzt. Falls die MAC-Teilschicht Information über den Erfolg oder Mißerfolg der Übertragung einer PDU mit Benutzerdaten des DCH erhält, gibt sie diese Information mit einem speziellen Dienstprimitiv an die LLC-Teilschicht weiter, um dort innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwendet zu werden.

2.11 Übertragung von Nachrichten zur Kapazitätsanforderung für den Uplink

Die Anforderung von Übertragungskapazität für die Mobilstationen auf dem Uplink erfolgt durch das Versenden von Kapazitätsanforderungen auf dem RQCH. Den Mobilstationen stehen zwei Möglichkeiten zur Übertragung ihrer Kapazitätsanforderungen zur Verfügung. Mit der Übertragung einer UpInfo-PDU fordert eine Mobilstation durch die in der PDU enthaltenen RQCH-Parameter weitere Zeitschlitze auf dem Uplink an. Falls eine Mobilstation keine weiteren Zeitschlitze angefordert hatte und dennoch UpInfo-PDUs übertragen möchte, oder falls sich ihre Kapazitätsanforderungen seit der letzten Übertragung so stark geändert haben, daß sie Kapazität nachfordern möchte, versendet sie die RQCH-Parameter mit einer UpRequest-PDU über den SRACH. Wegen der durch Kollisionen bedingten hohen Verlustwahrscheinlichkeit von Nachrichten auf dem SRACH überprüft die Mobilstation anschließend das Feedback, um gegebenenfalls eine Neuübertragung zu veranlassen. Die Mobilstation speichert in einem internen Register die zuletzt erfolgreich übertragenen Anforderungsparameter. Falls die Basisstation einen Algorithmus zur Prädiktion der Änderung der Anforderungsparameter verwendet (siehe Abschnitt 2.14), führt die Mobilstation auf ihr Register den gleichen Prädiktionsalgorithmus aus. Falls die aktuellen Anforderungen von den zuletzt übertragenen derart abweichen, daß die geforderte Dienstgüte nicht eingehalten werden kann, überträgt die Mobilstation ihre aktuellen Parameter über den SRACH zur Basisstation.

2.12 Wahlfreier Zugriff und schnelle Kollisionsauflösung

Das erfindungsgemäße MAC-Protokoll verwendet auf zwei Kanälen wahlfreien Zugriff zur Übertragung von PDUs auf dem Uplink:

— Übertragung der Nachrichten des ROCH mit

UpRequest-PDUs in Teilzeitschlitzen über den SRACH

— Übertragung der Nachrichten des UGCCH mit UpGCCH-PDUs in normalen Zeitschlitzen mit wahlfreiem Zugriff über den RACH.

Als Zugriffsprotokoll und Kollisionsauflösungsalgorithmus ist jedes Wettbewerbszugriffsprotokoll mit einem maximalen stabilen Durchsatz $\lambda_{\max} > 0$ (Nachrichten pro Zeitschlitzdauer τ_{slot}) geeignet.

Empfohlen werden die folgenden Protokolle:

Stabilisiertes ALOHA

Dieses Protokoll ist in [1] S. 283ff detailliert beschrieben. Es wird an gleicher Stelle auch unter dem Namen Pseudo-Baysian Algorithmus geführt.

First-Come First-Serve (FCFS) Splitting Algorithmus

Dieser Algorithmus ist in [1] S. 293ff detailliert beschrieben.

Priority Splitting Algorithmus

Dieser Algorithmus ist eine Weiterentwicklung des FCFS Splitting Algorithmus, der speziell an die Eigenschaften des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls angepaßt ist. Im Gegensatz zum FCFS Splitting Algorithmus wird nicht die Ankunftszeit als Parameter zum Zuordnen einer kollidierten Mobilstation zu einer Teilmenge von Mobilstationen, denen der weitere Zugriff gestattet ist, verwendet, sondern ihre aktuelle Priorität. Der Prioritätswert muß dazu als eine natürliche Zahl mit $P < 2^n$ ausgedrückt werden, wobei n der Anzahl Bits des Prioritätsparameters im RQCH-Feld einer UpInfo-PDU oder UpRequest-PDU entspricht. Der Algorithmus zur Berechnung der Priorität einer Mobilstation sollte derart beschaffen sein, daß die resultierenden Prioritätswerte, gemittelt über viele Mobilstationen und lange Zeit, möglichst gleichverteilt sind.

Die Übertragung des Feedback-Wertes als Antwort auf einen wahlfreien Zugriff erfolgt mit der nächsten DownControl-PDU. Daraus ergibt sich eine variable Verzögerung bis zur maximalen Länge einer Signalisierungsperiode. Während einer Signalisierungsperiode können mehrere Uplink-Zeitschlitze für wahlfreien Zugriff freigegeben werden. Falls ein Zeitschlitz in Teilzeitschlitze unterteilt wird, wird für jeden Teilzeitschlitz je ein eigener Feedback-Wert gesendet. Um im Falle von mehreren Zeit- bzw. Teilzeitschlitzen mit wahlfreiem Zugriff in derselben Signalisierungsperiode die Kollisionsauflösung zu koordinieren, können mehrere Instanzen des Kollisionsauflösungsalgorithmus parallel ausgeführt werden. Eine Instanz kann in einer Signalisierungsperiode ein oder mehrere Zeit- bzw. Teilzeitschlitze benutzen. Am Ende einer Kollisionsauflösungsperiode einer Instanz wird ein Teil der wartenden Anforderungen einer neuen Kollisionsauflösungsperiode dieser Instanz zugeordnet. Bei sinkender Anzahl von wartenden Anforderungen kann die Anzahl der Instanzen verringert werden bzw. bei steigender Anzahl von Anforderungen erhöht werden.

2.13 Übertragung von Nachrichten des verbindungslosen Dienstes auf dem Uplink

Die Übertragung von Nachrichten des verbindungs-

losen Dienstes auf dem Uplink erfolgt mit UpGCCH-PDUs in RACH-Zeitschlitz über den UGCCH.

Der RACH wird ausschließlich zur Übertragung von Nachrichten des UGCCH verwendet. Falls eine Mobilstation eine Nachrichten über den UGCCH zu versenden hat, verschickt sie eine Anforderung mit der UGCCH-ID über den RQCH. Die Übertragung der Subscriber-ID (vgl. Abschnitt 2.1) ist aufgrund der begrenzten Größe einer UpRequest-PDU nicht möglich. Die Basisstation fügt daraufhin einen RACH-Zeitschlitz in den Uplink ein. In diesem Zeitschlitz dürfen dann alle Mobilstationen mit einer UpGCCH-PDU zugreifen, die vorher eine erfolgreiche Anforderung mit einer UGCCH-ID über den RQCH verschickt haben. Falls es zu einer Kollision kommt, wird auf die kollidierten Stationen ein Kollisionsauflösungsalgorithmus angewendet.

2.14 Bestimmung der Reservierungen für Zeitschlitz auf dem Uplink

Für jeden einzelnen Zeitschlitz des Uplinks muß durch die MAC-Teilschicht der Basisstation eine Reservierung bestimmt werden und mit einer DownControl-PDU über den Downlink verschickt werden. Zur Bestimmung einer Reservierung wird für jeden UDCH ein Prioritätswert berechnet, welcher der Dringlichkeit für die Übertragung der nächsten UpInfo-PDU entspricht. Derjenige UDCH mit dem höchsten Prioritätswert erhält die Reservierung für den jeweiligen Zeitschlitz zugewiesen.

Die Berechnung der Priorität eines UDCH erfolgt aufgrund der Kapazitätsanforderungen, welche von den Mobilstationen über den ROCH versendet werden und die von der Basisstation in einer Tabelle gespeichert werden.

Diese Tabelle enthält für jeden UDCH die jeweils zuletzt übertragenen Anforderungsparameter sowie deren Alter. Des weiteren enthält sie die verbindungs-spezifischen Dienstgüteparameter, die beim Aufbau eines DCH zwischen den Partnerinstanzen der LLC-Teilschicht ausgehandelt werden und zusammen mit der DCH-ID der MAC-Teilschicht übergeben werden.

Es ist vorteilhaft, dem Parameter "Restlebensdauer (Differenz zwischen maximaler Verzögerung und Alter) der kritischsten ATM-Zelle einer Station" bei der Berechnung der Priorität besondere Gewichtung zukommen zu lassen, weil dadurch der Anteil an Zellen, die wegen Überschreitens der maximal zulässigen Verzögerung verworfen werden, verringert wird.

Basierend auf den Anforderungsparametern, deren Alter und den verbindungs-spezifischen Dienstgüteparametern so führt die Basisstation eine Prädiktion der Parameter für den Beginn desjenigen Zeitschlitzes durch, für den eine Reservierung bestimmt wird. Wenn einem UDCH ein Zeitschlitz zugewiesen wird, werden anschließend die Anforderungsparameter so angepaßt, als wenn eine erfolgreiche Übertragung in dem reservierten Zeitschlitz erfolgt wäre. Dadurch wird es möglich, gleichzeitig Reservierungen für mehrere aufeinanderfolgende Zeitschlitz zu berechnen und innerhalb einer DownControl-PDU zu verschicken. Falls in dem reservierten Zeitschlitz eine erfolgreiche Übertragung stattfindet, werden aus dem ROCH-Feld der empfangenen UpInfo-PDU die aktuellen Anforderungsparameter entnommen und in der Tabelle abgelegt, so daß die vorherige Anpassung, die bei der Reservierungsvergabe durchgeführt wurde, nicht mehr relevant ist, sondern die Prä-

diktion einen neuen Aufsetzpunkt erhält. Falls keine erfolgreiche Übertragung stattfindet, wird die vorherige Anpassung wieder rückgängig gemacht.

Durch die Prädiktion der Anforderungsparameter in der Basisstation werden Mobilstationen, welche momentan keine Kapazität angefordert haben, in dem Umfang gepollt, wie es die Auslastung des PCH zuläßt.

Um Zeitschlitz für den UGCCH in den Uplink einfügen zu können, wird ebenfalls für den UGCCH ein Prioritätenwert berechnet. Die dabei berücksichtigten Parameter sowie der Algorithmus werden in Abschnitt 2.14.3 beschrieben. Falls bei der Durchführung des Prioritätenalgorithmus der UGCCH die höchste Priorität liefert, wird als Reservierungsadresse die UGCCH-ID verwendet.

Um SRACH-Teilzeitschlitz in den Uplink einfügen zu können, wird ebenfalls für den SRACH ein Prioritätswert berechnet. Die dabei berücksichtigten Parameter sowie der Algorithmus werden in Abschnitt 2.14.1 beschrieben.

Falls bei der Durchführung des Prioritätenalgorithmus der SRACH die höchste Priorität liefert, wird als Reservierungsadresse die SRACH-ID verwendet.

2.14.1 Bestimmung der Priorität des SRACH/RQCH

Die Bestimmung der Priorität des SRACH/ROCH erfolgt unter Berücksichtigung der Anzahl paralleler Instanzen des Kollisionsauflösungsalgorithmus sowie deren Zustand.

Mobilstationen, die momentan keine weitere Übertragungskapazität angefordert haben, werden als SRACH-Stationen bezeichnet. Die Anzahl der SRACH-Stationen n_{SRACH} , die in SRACH-Zeitschlitz sendewillig sind, wird anhand des Verlaufs von erfolgreichen Übertragungen, Kollisionen und freien SRACH-Zeitschlitz geschätzt. Desweiteren werden die verbindungs-spezifischen Dienstgüteparameter der SRACH-Stationen zur Prädiktion von n_{SRACH} herangezogen. Anhand der Größe n_{SRACH} erfolgt die Instantiierung von neuen Instanzen des Kollisionsauflösungsalgorithmus. Zur Sicherung einer Grundversorgung mit SRACH-Zeitschlitz ist es möglich, einen maximalen Abstand $\tau_{SRACHfree}$ zwischen zwei SRACH-Zeitschlitz einzuhalten, indem das Einfügen eines SRACH-Zeitschlitzes trotz kleiner Menge wartender Stationen und hohen Bedarfs an UDCH-Zeitschlitz erzwungen wird. Dies wird durch das Heraufsetzen des Prioritätswert des SRACH auf den maximalen Wert nach Überschreiten von $\tau_{SRACHfree}$ erreicht.

Durch Anpassung der Priorität entsprechend dem Zustand des Kollisionsauflösungsalgorithmus kann eine schnelle Kollisionsauflösung erreicht werden. Gegebenenfalls kann durch Erhöhen der Priorität des SRACH auf den maximalen Wert das Einfügen eines SRACH-Zeitschlitzes erzwungen werden. Die Teilzeitschlitz dieses SRACH-Zeitschlitzes können an bis zu $N_{subslot}$ Instanzen aufgeteilt werden. Es können einer Instanz aber auch mehrere Teilzeitschlitz eines SRACH-Zeitschlitzes zugewiesen werden. Nach einer Zuteilung einer Reservierung an den SRACH werden die Parameter zur Bestimmung der Priorität des SRACH so berichtet, daß bei der Verteilung der restlichen Zeitschlitz derselben Signalisierungsperiode eine weitere Vergabe von SRACH-Zeitschlitz nur erfolgt, solange noch nicht alle Instanzen des Kollisionsauflösungsmechanismus bedient sind.

2.14.2 Ausprägung des Kollisionsauflösungsalgorithmus mit vorgezogenem Feedback

Eine vorteilhafte Ausprägung des Kollisionsauflösungsalgorithmus besteht darin, daß zum schnellen Auflösen einer Kollision gegebenenfalls nach einer Signalisierungsperiode mit SRACH-Zeitschlitten die nächste DownControl-PDU mit den Feedback-Nachrichten vorgezogen wird. In Abb. 5 ist die daraus resultierende variable Länge von Signalisierungsperioden veranschaulicht.

2.14.3 Bestimmung der Priorität der RACH/UGCCH

Bei der Bestimmung der Priorität des RACH werden die Anzahl erfolgreicher Anforderungen auf dem RQCH mit UGCCH-ID, sowie der Zustand des Kollisionsauflösungsalgorithmus des RACH berücksichtigt. Der Einfluß des Zustands des Kollisionsauflösungsalgorithmus erfolgt entsprechend Abschnitt 2.14.1.

2.15 Bestimmung der Reihenfolge der Übertragung von DownInfo-PDUs und Down-GCCH-PDUs

Die Reihenfolge der Übertragung von DownInfo-PDUs und DownGCCH-PDUs wird in der Basisstation mit Hilfe eines prioritätengesteuerten Algorithmus bestimmt. Dazu fragt die MAC-Teilschicht der Basisstation vor der Übertragung einer DownControl-PDU bei jeder Instanz eines DDCH den momentanen Bedarf an Übertragungskapazität (dynamische Parameter) ab. Aus diesen dynamischen Parametern wird je DDCH ein Prioritätswert berechnet. Für den DGCCH wird ebenfalls ein Prioritätswert berechnet. Für jeden Zeitschlitten der nächsten Signalisierungsperiode, die durch die DownControl-PDU geöffnet wird, wird die DDCH-Instanz bestimmt, von der die Übertragung einer DownControl PDUs erfolgen soll. Die Übertragung erfolgt entsprechend den Prioritäten, wobei DownInfo-PDUs von DDCHs mit hoher Priorität bevorzugt übertragen werden. Falls bei der Durchführung des Prioritätenalgorithmus der DGCCH die höchste Priorität liefert, wird eine DownGCCH PDU übertragen.

Analog zu dem Algorithmus des Uplinks ist es vorteilhaft, dem Parameter "Restlebensdauer der kritischsten ATM Zelle einer Station bei der Berechnung der Priorität besondere Gewichtung zukommen zu lassen.

Ebenfalls analog zur Bestimmung der Reservierung für Zeitschlitten auf dem Uplink (vgl. Abschnitt 2.14) werden die dynamischen Parameter von DDCHs, welche für eine Übertragung ausgewählt wurden, angepaßt, um die gleichzeitige Bestimmung von allen Übertragungen in der nächsten Signalisierungsperiode zu ermöglichen.

2.16 Feedback auf dem Downlink

In einer Ausprägung des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls werden nicht nur die Ergebnisse von wahlfreien Zugriffen in RACH-Zeitschlitten oder SRACH-Teilzeitschlitten mit Feedback-Nachrichten den Mobilstationen mitgeteilt, sondern es wird zusätzlich der Empfangszustand von Zeitschlitten, in denen Uplink-PDUs gesendet werden, mit einer Feedback-Nachricht in einer DownControl-PDU auf dem Downlink an die Mobilstationen verschickt. Vorteilhaft ist dabei daß die Information aus den Feedback-Nachrichten (Erfolg, Verlust) zu Uplink-PDUs, wie in Abschnitt 2.1 beschrieben,

ben, zusammen mit der dazugehörigen Bearbeitungsnummer in speziellen Dienstprimitiven an die LLC-Teilschicht weitergegeben werden, um dort innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwendet zu werden.

2.17 Feedback auf dem Uplink

Eine weitere Ausprägung des erfindungsgemäßen MAC-Protokolls besteht darin, daß auf dem Uplink spezielle Zeitschlitten in Teilzeitschlitten unterteilt werden, die für die reservierte Übertragung von Feedback-Werten verwendet werden. Mit der Übertragung von Feedback-Werten quittieren die Mobilstationen den erfolgreichen Empfang einer DownInfo-PDU. Analog zu den Abschnitten 2.10 und 2.16 wird die Information aus den Feedback-Nachrichten (Erfolg, Verlust) an die LLC-Teilschicht weitergegeben, um dort vorteilhaft innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwendet zu werden. Durch das Einfügen der Feedback-Teilzeitschlitten in eine feste Abfolge von Zeitschlitten erfolgt mit dem Versenden von DownInfo-PDUs an eine bestimmte Mobilstation immanent eine Reservierung eines Teilzeitschlittens auf dem Uplink für die empfangende Mobilstation zur Übertragung der Feedback-Nachricht.

Abb. 6 enthält zwei Varianten einer möglichen Abfolge von Zeitschlitten und Feedback-Teilzeitschlitten auf dem Uplink. Es können alle Feedback-Teilzeitschlitten einer Signalisierungsperiode gruppiert werden, um so die Zeitschlittensynchronität zwischen Uplink und Downlink aufrecht zu erhalten. Es ist jedoch auch möglich, die Feedback-Teilzeitschlitten einzeln zwischen zwei normalen Zeitschlitten einzufügen. Dadurch wird eine frühere Übertragung der Feedback-Nachricht ermöglicht, was zu einer Verkürzung der Wartezeit bis zur nächsten Neuübertragung durch die LLC-Teilschicht führt.

Falls aufgrund von variablen Längen der Signalisierungsperioden eine Unsynchronität in der Größenordnung von mehreren Teilzeitschlitten zwischen Uplink und Downlink entsteht, kann diese durch Zufügen von Teilzeitschlitten des SRACH ausgeglichen werden. Dieser Ausgleich erfolgt abhängig von den Parametern N_{subslot} und $L_{\text{frame,max}}$.

2.18 Stabilität und Robustheit gegen fehlerhafte Signalisierung

Aufgrund von Abschattung, Fading oder Interferenzen kommt es zu Übertragungsfehlern oder Nichtempfangen ganzer PDUs. Dadurch kann es zu Fehlern in der Protokollausführung kommen, die durch folgende Maßnahmen abgefangen werden:

1. Falls eine Mobilstation eine für sie bestimmte Reservierungsnachricht auf dem RCH nicht empfängt, bleibt der entsprechende UDCH-Zeitschlitz auf dem Uplink unbenutzt. Die Wahrscheinlichkeit für das Nichtempfangen einer Reservierungsnachricht läßt sich durch die Verwendung von Vorwärtsreservierungen verringern. Dazu versendet die Basisstation in einer DownControl-PDU nicht nur die Reservierung für die nächste, sondern für die nächsten N Signalisierungsperioden. Jede Reservierung wird dadurch N mal wiederholt. Um die Anpaßfähigkeit des MAC-Protokolls nicht zu stark herabzusetzen, wird eine Verkürzung der Signali-

sierungsperiodenlänge bei Verwendung von Vorwärtsreservierungen empfohlen.

2. Falls die Basisstation eine in einem reservierten Uplink-Zeitschlitz gesendete UpInfo-PDU nicht empfängt, muß sie mit den bestehenden Kapazitätsanforderungen (dynamische Parameter) des entsprechenden UDCH weiterarbeiten und wird ihm erneut Zeitschlitz zuweisen. Problematisch wird es, wenn die Mobilstation zwischenzeitlich die zu übertragende LLC-Dienstdateneinheiten verworfen hat (eine Ursache dafür ist das Überschreiten des Parameters maximale Verzögerung einer ATM-Verbindung) und deshalb u. U. auf die Reservierungen nicht antwortet. Um die daraus resultierende unbenutzten Kapazität so gering wie möglich zu halten, löscht die Basisstation nach einer bestimmten Anzahl von ungenutzten Reservierungen die dynamischen Parameter, so daß die Mobilstation ggf. über den SRACH neue Übertragungskapazität anfordern muß. Daneben sorgt ein Timer in der Mobilstation dafür, daß sie nach einer bestimmten Zeit ohne zugeteilte Zeitschlitz automatisch ihr internes Register mit den zuletzt erfolgreich übertragenen dynamischen Parametern zurücksetzt, wodurch eine neue Anforderung über den RQCH erzwungen wird.

2.19 Ausprägung mit gerichteten Antennen

Eine Ausprägung der Erfindung besteht in der Verwendung von richtungsselektiven Antennen in der Basisstation mit einem horizontalen Öffnungswinkel β . Als gerichtete Antennen können auch Phased-Arrays verwendet werden, die ihren Abstrahl- und Öffnungswinkel adaptiv verstellen können. Gegebenenfalls wird eine Basisstation mit mehreren richtungsselektiven Antennen ausgerüstet, so daß sie in der Lage ist, in mehreren Zeitschritten den gesamten Bereich der ihr zugeordneten Zelle abzudecken.

Durch das Verwenden von richtungsselektiven Antennen müssen die Verfahren für das Versenden von PDUs um Rundsendemodus und um wahlfreien Zugriff modifiziert werden:

— Wahlfreier Zugriff und Kollisionsauflösung erfolgen nicht wie bisher in der ganzen Zelle, sondern pro Sektor. Dabei muß in jedem Sektor ein Mindestmaß an SRACH-Zeitschlitz sichergestellt werden. Der dadurch steigende Bedarf an PCH-Kapazität wird durch Bevorzugung von Pollen der UDCHs (vgl. Abschnitt 2.14) gegenüber dem Übertragen von ROCH-Nachrichten im SRACH-Zeitschlitz kompensiert.

— Das Versenden von PDUs im Rundsendemodus wird durch sequentielles Versenden in allen Sektoren emuliert. Dabei ist zu beachten, daß nicht alle in einer DownControl-PDU enthaltenen Informationen von allen Mobilstationen einer Zelle empfangen werden müssen. Die DownControl-PDUs in den einzelnen Sektor setzen sich daher aus Rundsendenachrichten (an alle Mobilstationen einer Zelle gerichtet) und aus Nachrichten für die Mobilstationen in dem entsprechenden Sektor zusammen.

Falls die Physikalische Schicht das gleichzeitige Versenden von PDUs in verschiedenen Sektoren ermöglicht, werden entsprechend viele DownInfo-PDUs zum Versenden bestimmt. Dazu wird bei Bestimmen der sen-

denden DDCHs nicht nur deren Prioritäten berücksichtigt, sondern auch, ob die Übertragung in dem entsprechenden Zeitschlitz ohne Störung einer gleichzeitigen, weiteren Übertragung möglich ist.

5 Falls die Physikalische Schicht das gleichzeitige Empfangen von PDUs in verschiedenen Sektoren ermöglicht, werden in ähnlicher Weise wie beim gleichzeitigen Versenden von PDUs mehrere Reservierungen für denselben Zeitschlitz des Uplinks jedoch in verschiedenen Sektoren bestimmt.

10 Nach der Lokalisation einer Mobilstation und Zuordnung zu einem Sektor wird der momentane Aufenthaltssektor der Mobilstation ständig mit Hilfe eines Nachführungsalgorithmus überprüft und aktualisiert.

Literatur

- [1] D. Bertsekas, R. Gallager. Data Networks. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987.
- 20 [2] ETSI. Radio Equipment and Systems, Digital European Cordless Telecommunications, Draft prETS 300 175. European Telecommunications Standards Institute, August 1991. Draft Standard, Part 1—6.
- [3] R. Händel, M.-N. Huber, S. Schröder ATM Networks: Concepts, Protocols, Applications. Addison-Wesley, 1994.
- [4] A.S. Tanenbaum. Computer networks. PRENTICE-HALL, 1981.
- [5] A. Urie, M. Streetin, C. Mourot. An Advanced TDMA Mobile Access System for UMTS. IEEE Personal Communications, Vol. 2, No. 1, pp. 38—47, February 1995.

Patentansprüche

1. Verfahren und Einrichtungen zum Betrieb eines zellularen Mobilfunknetzes mit Mobilstationen, Basisstationen, Basisstationssteuereinheiten und einem Festnetz sowie über dieses Festnetz erreichbaren Stationen, bei welchem Verfahren die Basisstationssteuereinheiten durch das Festnetz untereinander und mit allen über das Festnetz erreichbaren Stationen kommunizieren können, und jede Basisstationssteuereinheit die Steuerung und Organisation von an sie angeschlossenen Basisstationen durchführt, so daß gleichzeitig eine oder mehrere Mobilstationen je Basisstation mit Mobilstationen derselben Basisstation oder anderer Basisstationen oder mit über das Festnetz erreichbaren Stationen verbunden werden, wobei eine Verbindung zwischen paarweise kommunizierenden Mobilstationen bzw. zwischen einer Mobilstation und einer Station am Festnetz durch eine oder mehrere Basisstationssteuereinheiten vermittelt wird, und die Teilstrecke zwischen einer Mobilstation und einer Basisstation über digital übertragende Funkkanäle geführt wird (Funkschnittstelle), dadurch gekennzeichnet, daß als Festnetz ein ATM-Netz verwendet wird und daß die Übertragung der Daten aller Dienste über alle Teilstrecken auf der Ebene der ATM-Schicht vorgenommen wird (transparent für die ATM-Anpassungsschicht), wodurch keine systemeigenen dienstspezifischen Umsetzungs- bzw. Anpassungsfunktionen an der Funkschnittstelle zwischen einer Mobilstation und einer Basisstation notwendig sind und eine Übertragung von ATM-Zellen über die Funkschnittstelle mit einer Dienstgüte erfolgt, die in einem ATM-Festnetz mit ver-

gleichbarer Verkehrskapazität üblicherweise erzielt wird und dabei die verfügbare Verkehrskapazität des Mobilfunknetzes sehr effizient ausgenutzt wird und die Emission von Signalenergie gering gehalten wird.

2. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterteilung des nutzbaren Frequenzbereiches des Mobilfunksystems in mehrere Frequenzkanäle (Träger) nach dem Frequenzmultiplexverfahren erfolgt und auf einem Frequenzkanal ein statistisches bzw. asynchrones Zeitmultiplexverfahren angewendet wird, wobei jeweils mehrere Mobilstationen und eine Basisstation auf einen Frequenzkanal zugreifen und die Reihenfolge der Zugriffe durch die Basisstation in der Weise koordiniert wird, daß die Dienstgüte aller über den Kanal geführten Virtuellen Verbindungen der ATM-Schicht eingehalten wird.

3. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basisstation auf einem oder mehreren Frequenzkanälen je einen physikalischen Kanal betreibt, denen sich Mobilstationen bei Bedarf zuordnen können, um Nachrichten zu übertragen, wobei bidirektionale Übertragung auf einem physikalischen Kanal durch Aufteilen eines Kanals in Uplink (von den Mobilstationen zu der Basisstation) und Downlink (von der Basisstation zu den Mobilstationen) entweder nach dem Zeitduplexverfahren (Uplink und Downlink auf demselben Frequenzkanal) oder nach dem Frequenzduplexverfahren (Uplink und Downlink auf je einem eigenen Frequenzkanal) erfolgt, und dabei eine Basisstation die Frequenzkanäle aus einem Satz von erlaubten Kanälen in der Weise auswählt, daß Störemissionen zu durch benachbarten Basisstationen ausgeleuchteten Zellen minimiert werden, wobei eine in jeder Basisstation vorhandene Ressourcen-Datenbank verwendet wird, welche eine Basisstation selbstständig unter Berücksichtigung der Ergebnisse von eigenen sowie von den mit der Basisstation in Kontakt getretenen Mobilstationen durchgeführten Messungen der Signal- und Rauschleistung auf den verfügbaren Frequenzkanälen aufbaut und in regelmäßigen Abständen aktualisiert, wobei jeder Meßwert mit einer Zeitmarke versehen wird und die Wichtung der Meßwerte reziprok zu deren Alter erfolgt.

4. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mobilstation mit Hilfe eines Suchalgorithmus die Verfügbarkeit von physikalischen Kanälen ermittelt und je Empfangs- und Sendeeinheit eine Instanz des Medium-Access-Control (MAC) Protokolls generiert und mit einem verfügbaren physikalischen Kanal verknüpft und bei einem wegen veränderlicher Empfangsbedingungen Wegfall der Verfügbarkeit eines verwendeten physikalischen Kanals einer Instanz einen alternativen verfügbaren physikalischen Kanal zuweist.

5. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinierung der Reihenfolge der Übertragung von Benutzerdaten der LLC-Teilschicht von einer Basisstation zu Mobilstationen über den Downlink eines von dieser Basisstation betriebenen physikalischen Kanals innerhalb der MAC-Teilschicht dieser Basisstation durch einen prioritätengesteuerten Algorithmus erfolgt, wobei für je-

den einzelnen Zeitschlitz des Downlinks die MAC-Teilschicht bei der LLC-Teilschicht für jede diesem Kanal zugeordnete Mobilstation die Kapazitätsanforderungen für die Übertragung von LLC-Benutzerdaten über den Downlink abfragt und aus diesen Kapazitätsanforderungen je Mobilstation einen Prioritätswert berechnet und in dem jeweiligen Zeitschlitz des Downlinks zu derjenigen Mobilstation LLC-Benutzerdaten überträgt, für welche der höchste Prioritätswert berechnet wurde.

6. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinierung der Reihenfolge der Zugriffe der Mobilstationen auf den Uplink eines von einer Basisstation betriebenen physikalischen Kanals innerhalb der MAC-Teilschicht dieser Basisstation durch einen prioritätengesteuerten Algorithmus erfolgt, wobei für jeden einzelnen Zeitschlitz des Uplinks des physikalischen Kanals eine Reservierung bestimmt wird, indem für jede diesem Kanal zugeordnete Mobilstation basierend auf von ihr zuvor mitgeteilten Kapazitätsanforderungen ein Prioritätswert berechnet wird und derjenigen Mobilstation mit dem höchsten Prioritätswert der jeweilige Zeitschlitz auf dem Uplink zugewiesen wird, und diese Reservierungen in speziellen Signalisierungsnachrichten über den Downlink den Mobilstationen mitgeteilt werden.

7. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 6 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung von Reservierungsnachrichten und anderen Signalisierungsnachrichten für eine bestimmte konstante Anzahl von aufeinanderfolgenden zukünftigen Zeitschlitzten (Signalisierungsperiode) oder vorherigen Zeitschlitzten (vorherige Signalisierungsperiode) in einer speziellen Protokolldateneinheit (DownControl-PDU) zusammengefaßt werden und in einem Zeitschlitz des Downlinks an alle Mobilstationen im Empfangsbereich der Basisstation versendet wird.

8. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge einer Signalisierungsperiode von Periode zu Periode variieren kann und die DownControl-PDU einer Periode den Zeitschlitz für die Übertragung der DownControl-PDU der nächsten Periode ankündigt.

9. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jede Signalisierungsperiode nur aus einem Zeitschlitz besteht, und die DownControl-PDU in ihrem Kopf Signalisierungsnachrichten für den Zeitschlitz der nächsten sowie der vorherigen Periode enthält und in ihrem Informationsfeld LLC-Benutzerdaten überträgt.

10. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mobilstation bei der Übertragung von Protokolldateneinheiten mit LLC-Benutzerdaten in Zeitschlitzten des Uplinks, welche vorher von einer Basisstation für sie reserviert wurden, in den Kopf der Protokolldateneinheiten Anforderungsparameter einträgt, welche den Bedarf dieser Mobilstation an weiterer Übertragungskapazität des Uplinks beschreiben.

11. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mobilstation bei Bedarf Protokolldateneinheiten mit Anforderungsparametern, welche ihren Be-

darf an weiterer Übertragungskapazität des Uplinks beschreiben, in Zeitschlitz des Uplinks eines physikalischen Kanals überträgt, welche von den physikalischen Kanal betreibenden Basisstation nicht für eine bestimmte Mobilstation reserviert werden, sondern für allgemeinen wahlfreien Zugriff freigegeben werden, wobei es bei gleichzeitiger Übertragung mehrerer Protokolladateneinheiten von verschiedenen Mobilstationen in demselben Zeitschlitz zu Kollisionen und zum Verlust von einzelnen oder allen Protokolladateneinheiten kommen kann, und die Basisstation für jeden derartigen Zeitschlitz mit wahlfreiem Zugriff mit einer Signalisierungsnachricht (Feedback) in der DownControl-PDU der nächsten Signalisierungsperiode mitteilt, von welcher Mobilstation sie eine Protokolladateneinheit erfolgreich empfangen konnte, um so die Ausführung eines Kollisionsauflösungsalgorithmus zu ermöglichen, der die Neuübertragung von durch Kollisionen zerstörten Protokolladateneinheiten steuert.

12. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitschlitz des Uplinks eines physikalischen Kanals, welcher von der physikalischen Kanal betreibenden Basisstation für allgemeinen wahlfreien Zugriff freigegeben worden ist, in mehrere Teilzeitschlitze unterteilt wird, in denen je ein eigener wahlfreier Zugriff mit speziellen kurzen Protokolladateneinheiten stattfindet, die nur die Anforderungsparameter der sendenden Mobilstation enthalten, und die empfangende Basisstation für jeden einzelnen Teilzeitschlitz mit einer Feedback-Nachricht in der DownControl-PDU der nächsten Signalisierungsperiode mitteilt, von welcher Mobilstation sie eine Protokolladateneinheit erfolgreich empfangen hat.

13. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Einfügen von Zeitschlitzen mit wahlfreiem Zugriff in den Uplink eines physikalischen Kanals durch den prioritätengesteuerten Algorithmus in der physikalischen Kanal betreibenden Basisstation erfolgt, indem für die Sequenz der Zeitschlitze mit wahlfreiem Zugriff ein eigener Prioritätswert berechnet wird, wobei die Berechnung dieses Prioritätswertes auf dem internen Zustand des Kollisionsauflösungsalgorithmus beruht, um dadurch eine schnelle Kollisionsauflösung zu ermöglichen.

14. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basisstation basierend auf den zuvor von den Mobilstationen versendeten Anforderungsparametern, deren Alter und den verbindungspezifischen Dienstgüteparametern eine Prädiktion der Parameter für den Beginn desjenigen Zeitschlitzes durchführt, für den eine Reservierung bestimmt wird, wodurch Mobilstationen abhängig von deren Dienstgüte sowie der momentanen Auslastung des physikalischen Kanals gepollt werden können, und daß eine Mobilstation die zuletzt erfolgreich übertragenen Anforderungsparameter in einem internen Register speichert und auf diese Register den gleichen Prädiktionsalgorithmus wie die Basisstation ausführt, um immer dann, wenn ihre aktuellen Anforderungen von den zuletzt übertragenen derart abweichen, daß die geforderte Dienstgüte nicht eingehalten werden kann, ihre aktuellen Parameter in Zeitschlitzen mit wahlfreiem Zugriff zur Basissta-

tion zu übertragen.

15. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basisstation nach dem Zuweisen einer Reservierung für einen Uplink-Zeitschlitz an eine Mobilstation die Anforderungsparameter dieser Station so anpaßt, als wenn eine erfolgreiche Übertragung in dem reservierten Zeitschlitz erfolgt wäre, wodurch eine gleichzeitige Berechnung von Reservierungen für mehrere aufeinanderfolgende Zeitschlitze einer Signalisierungsperiode ermöglicht wird, und daß die Basisstation diese Anpassung wieder rückgängig macht, wenn in dem reservierten Uplink-Zeitschlitz keine erfolgreiche Übertragung stattfindet.

16. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zum schnellen Auflösen von Kollisionen eine Signalisierungsperiode mit Zeitschlitzen mit wahlfreiem Zugriff kürzer als sonstige Signalisierungsperioden sein darf und dadurch die nächste DownControl-PDU mit den Feedback-Nachrichten für die Zeitschlitze mit wahlfreiem Zugriff früher übertragen werden kann.

17. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Kollisionsauflösungsalgorithmus ein spezieller Splitting-Algorithmus verwendet wird, der als Parameter zum Zuordnen einer kollidierten Mobilstation zu einer Teilmenge von Mobilstationen, denen der weitere Zugriff gestattet ist, die aktuelle Priorität dieser Mobilstation verwendet.

18. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Instanzen des Kollisionsauflösungsalgorithmus parallel betrieben werden können, damit in einer Signalisierungsperiode mehrere Zeitschlitze mit wahlfreiem Zugriff eingefügt werden können, die gegebenenfalls in Teilzeitschlitze unterteilt sind, wobei eine Instanz den Zugriff auf einen oder mehrere Zeitschlitze bzw. Teilzeitschlitze koordiniert.

19. Verfahren und Einrichtungen nach einem der Ansprüche 7 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden einzelnen Zeitschlitz des Downlinks einer Signalisierungsperiode je eine Signalisierungsnachricht in der diese Periode einleitende DownControl-PDU enthalten ist, welche den Typ der in diesem Zeitschlitz versendeten Protokolladateneinheit sowie die Mobilstation, an welche die Protokolladateneinheit gerichtet ist, ankündigt.

20. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß regelmäßig in den Uplink und den Downlink eines physikalischen Kanals spezielle Zeitschlitze eingefügt werden, in denen verbindungslose Nachrichten zwischen der physikalischen Kanal betreibenden Basisstation und beliebigen u. U. bei dieser Basisstation nicht registrierten Mobilstationen übertragen werden können, wobei die Zeitpunkte für das Einfügen dieser Zeitschlitze durch die prioritätengesteuerten Algorithmen für Uplink und Downlink in der Basisstation gesteuert werden, indem für diese Typen von Zeitschlitzen je ein eigener Prioritätswert berechnet wird, und daß auf dem Downlink die in diesen Zeitschlitzen übertragenen Protokolladateneinheiten im Rundsendemodus an alle sich im Empfangsbereich der Basisstation aufhaltenden Mobilstationen gesendet werden und auf

dem Uplink in den Zeitschlitzten wahlfreier Zugriff erfolgt.

21. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die MAC-Teilschicht in den Mobilstationen und den Basisstationen immer dann, wenn sie Kenntnis über eine erfolgreiche Übertragung einer Protokolldateneinheit mit LLC-Benutzerdaten erhält, was etwa durch den Empfang einer Feedback-Nachricht nach dem Übertragen in Zeitschlitzten mit wahlfreiem Zugriff der Fall sein kann, diese Information an die LLC-Teilschicht weitergibt, um dort innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwenden zu werden.

22. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß nicht nur für wahlfreie Zugriffe auf den Uplink eines physikalischen Kanals von der diesen physikalischen Kanal betreibenden Basisstation Feedback-Nachrichten über den Downlink versendet werden, sondern auch für Übertragungen in reservierten Zeitschlitzten, um die Information aus den Feedback-Nachrichten an die LLC-Teilschicht weiterzuleiten, welche sie innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwenden kann.

23. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Uplink spezielle Zeitschlitzte in Teilzeitschlitzte unterteilt werden, die für die reservierte Übertragung von Feedback-Nachrichten verwendet werden, mit denen die Mobilstationen den erfolgreichen Empfang von an sie gerichteten Protokolldateneinheiten des Downlinks quittieren, wobei durch ein allen Stationen bekanntes Verfahren der Zeitpunkt für den Teilzeitschlitz auf dem Uplink zur Übertragung der Feedback-Nachricht aus dem Zeitpunkt des zugehörigen Downlink-Zeitschlitzes bestimmt werden kann, und daß die Information aus den Feedback-Nachrichten an die LLC-Teilschicht weitergeleitet werden, welche sie innerhalb eines Fehlerkorrekturprotokolls als schnelle, synchrone Quittung verwenden kann.

24. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Basisstationen richtungsselektive Antennen verwendet werden, wobei wahlfreier Zugriff und Kollisionsauflösung pro Sektor erfolgt und das Versenden von Protokolldateneinheiten im Rundsendemodus durch sequentielles Versenden dieser Protokolldateneinheiten in allen Sektoren emuliert wird und nach der Lokalisation einer Mobilstation und Zuordnung zu einem Sektor deren momentaner Aufenthaltssektor ständig mit Hilfe eines Nachführungsalgorithmus überprüft und aktualisiert wird.

25. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in den Basisstationen richtungsselektive Antennen verwendet werden, die das gleichzeitige Versenden von Protokolldateneinheiten in verschiedenen Sektoren ermöglichen.

26. Verfahren und Einrichtungen nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in den Basisstationen richtungsselektive Antennen verwendet werden, die das gleichzeitige Empfangen von Protokolldateneinheiten in verschiedenen Sektoren ermöglichen.

27. Verfahren und Einrichtungen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an die Stelle einer Basisstation eine Relaisstation treten kann, die sich bezogen auf Mobilstationen als Basisstation darstellt und deren Verfahren anwendet, jedoch bezogen auf die in Richtung Festnetz liegende Basisstation wie eine (ortsfeste) Mobilstation verhält und deren Verfahren anwendet.

28. Zellulares Mobilfunksystem zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem ein hybrides Frequenz-/Zeitmultiplexverfahren und omnidirektionale Send- und Empfangsantennen zur Nachrichtenübertragung zwischen Mobilstationen und ggf. Teilnehmern in einem mit dem Mobilfunksystem verbundenen Festnetz angewendet werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Festnetz als Übertragungstechnik das ATM-Verfahren verwendet und daß eine Send-/Empfangseinheit einer Station während eines Zeitschlitzes Z1 des hybriden Frequenz-/Zeitmultiplexsystems auf den Frequenzkanal F1 zugreift, jedoch in jedem anderen beliebigen Zeitschlitz Z2 auf beliebige andere erlaubte Frequenzkanäle F2 umgeschaltet wird.

29. Zellulares Mobilfunksystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß in den Basisstationen auch richtungsselektive Antennen verwendet werden, wobei während eines Zeitschlitzes Z1 die Antennenkeule einer Send-/Empfangsantenne mechanisch durch Umschalter oder elektronisch in die Richtung der dann empfangenen/sendenden Mobilstation S 1, jedoch in jedem anderen beliebigen Zeitschlitz Z2 die Antennenkeule in beliebige andere, dann sendende/empfangende Richtungen gesteuert wird.

30. Zellulares Mobilfunksystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß eine Send-/Empfangsantenne gleichzeitig mit mehreren, elektronisch in verschiedene Richtungen gesteuerten Keulen senden bzw. empfangen kann.

31. Zellulares Mobilfunksystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß an die Stelle einer Basisstation eine Relaisstation treten kann, die sich bezogen auf Mobilstationen als Basisstation darstellt, jedoch bezogen auf die in Richtung Festnetz liegende Basisstation wie eine (ortsfeste) Mobilstation verhält.

32. Zellulares Mobilfunksystem nach einem der Ansprüche 28 bis 31, gekennzeichnet durch die Verwendung im mm-Wellen-Frequenzbereich.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

4 Tabellen und Abbildungen zur Beschreibung

PDU	Inhalt	Bemerkung
DownGCCH-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Senderadresse ◦ Empfängeradresse ◦ DGCCH-Informationsfeld 	Das Informationsfeld enthält eine verbindungslose Nachricht des DGCCH Dienstes.
DownInfo-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ DCH-ID ◦ DDCH-Informationsfeld 	
DownControl-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Feld von RCH-Nachrichten ◦ Feld von FBCH-Nachrichten ◦ Feld von ACH-Nachrichten ◦ LLC-Benutzerdaten oder ICH-Informationsfeld 	Die Größe der RCH-, FBCH- und ACH-Felder ist variabel mit der Anzahl verfügbarer Bits
UpGCCH-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Senderadresse ◦ Empfängeradresse ◦ UGCCH-Informationsfeld 	Das Informationsfeld enthält eine verbindungslose Nachricht des UGCCH Dienstes.
UpInfo-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ DCH-ID ◦ RQCH-Nachricht ◦ UDCH-Informationsfeld 	Die RQCH-Nachricht enthält die dynamischen Parameter mit denen weitere Kapazität für den UDCH der sendenden Mobilstation angefordert wird.
UpRequest-PDU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ DCH-ID ◦ RQCH-Nachricht 	Die RQCH-Nachricht enthält die dynamischen Parameter mit denen weitere Kapazität für den UDCH der sendenden Mobilstation angefordert wird.

Tabelle 1: PDU-Typen auf Uplink und Downlink

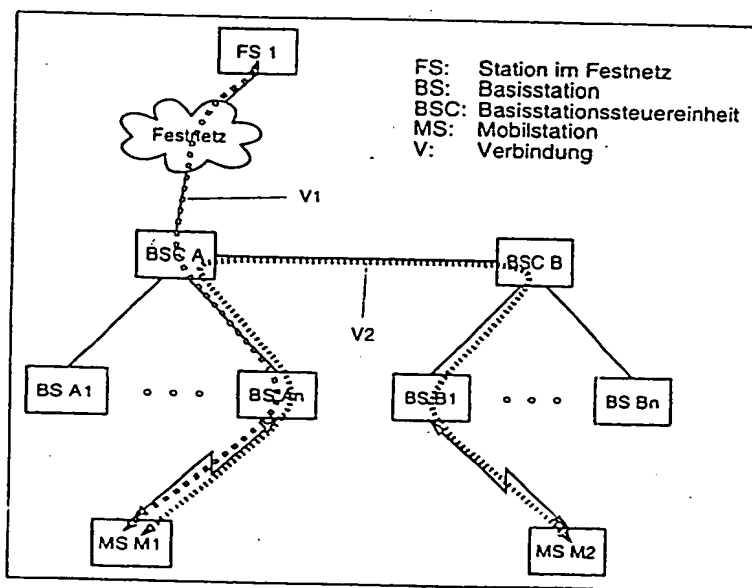


Abbildung 1: Beispielhaftes Mobilfunksystem

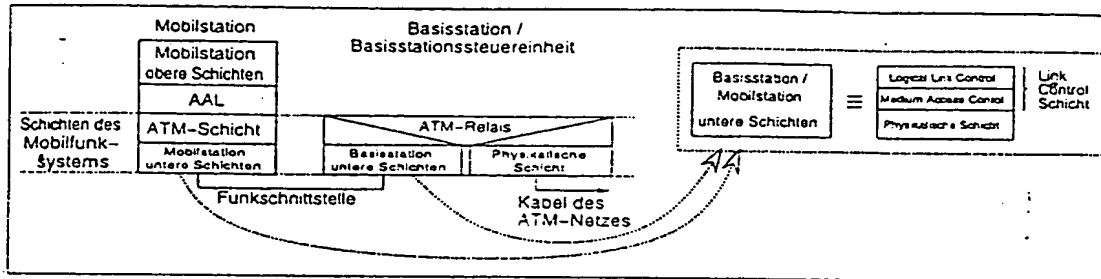


Abbildung 2: Schichtenmodell der Erfindung mit für die ATM-Anpassungsschicht transparenter Übertragung von ATM-Zellen über die Funkschnittstelle

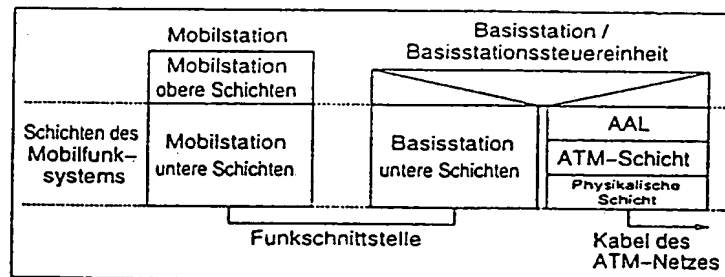


Abbildung 3: Schichtenmodell mit dienstspezifischer Übertragung in UMTS

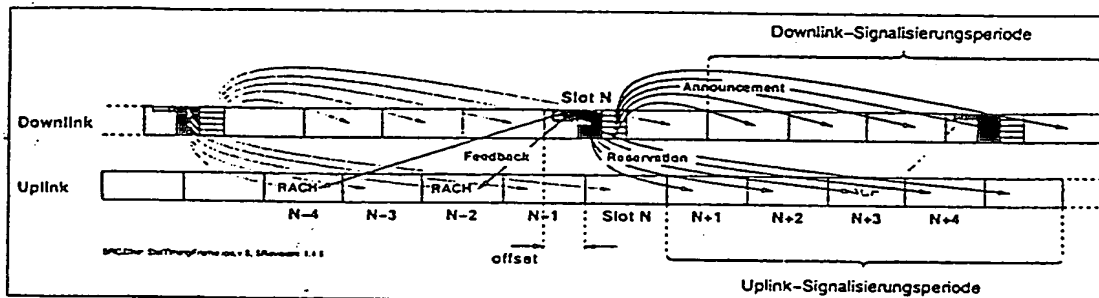


Abbildung 4: Abfolge von Signalisierungsperioden auf Uplink und Downlink

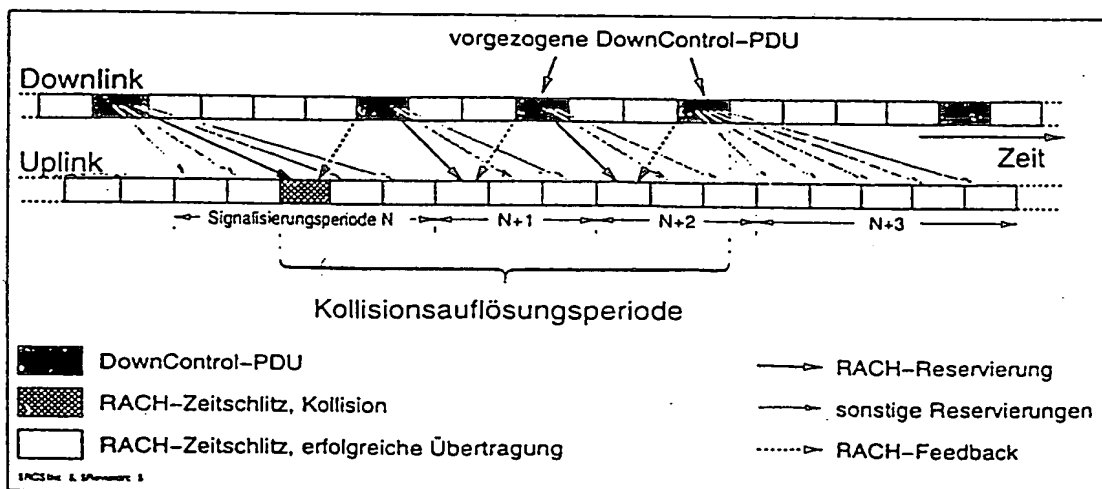


Abbildung 5: Kollisionsauflösung mit verkürzter Signalisierungsperiode

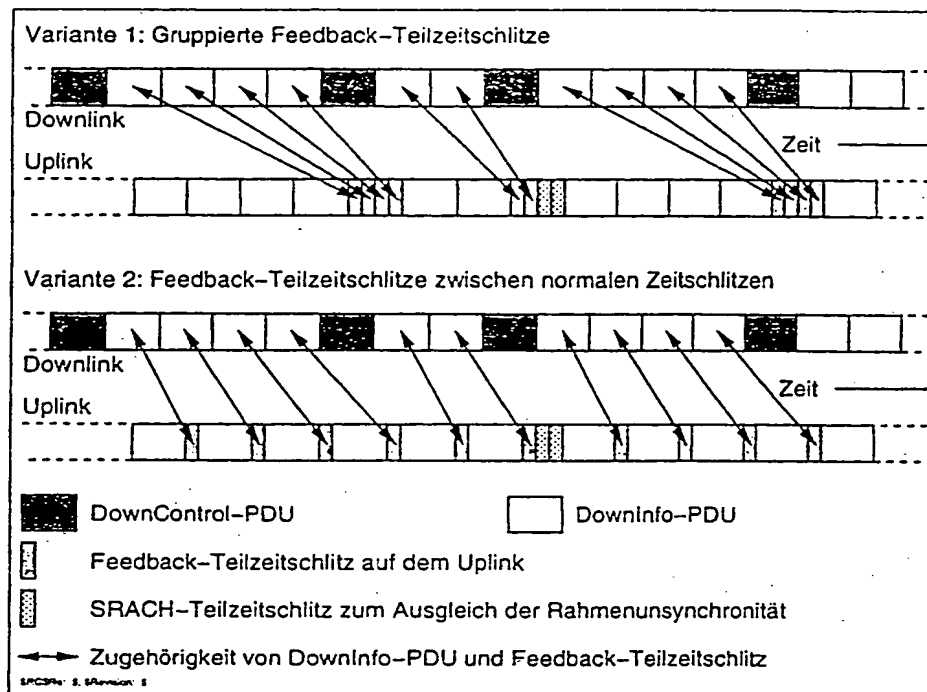


Abbildung 6: Feedback in Teilzeitschlitz auf dem Uplink